



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 33 313 T2** 2005.09.22

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) EP 0 738 053 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 696 33 313.9

(96) Europäisches Aktenzeichen: 96 105 628.0

(96) Europäischer Anmeldetag: 10.04.1996

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 16.10.1996

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 08.09.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 22.09.2005

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **H04B 7/26**

H04L 27/227, H03D 3/00, H03J 7/02

(30) Unionspriorität:

11004095

11.04.1995

JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT, NL, SE

(73) Patentinhaber:

NEC Corp., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:

Miyashita, Toshikazu, Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Vossius & Partner, 81675 München

(54) Bezeichnung: **Automatische Frequenzkontrollschaltung zur Verwendung in einem mobilen Kommunikationssystem**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine automatische Frequenzkontrollschaltung, die für ein mobiles Kommunikationssystem anwendbar ist, und insbesondere eine automatische Frequenzkontrollschaltung zum Ausführen einer Frequenzkontrolle, um mit Dopplerverschiebung, Mehrwegeschwund oder ähnlichem, was während der Bewegung des mobilen Kommunikationssystems auftritt, fertig zu werden.

[0002] Diese Art einer herkömmlichen Frequenzkontrollschaltung ist in JP-A-2-44886 offenbart. Der wichtige Teil der in diesem Beitrag offenbarten automatischen Frequenzkontrolle ist in **Fig. 3** gezeigt.

[0003] In **Fig. 3** wird ein Taktsignal "T" zum Steuern der Zählverschiebung von einer Taktsignalerzeugungsschaltung 102 an einen Zähler 100 geliefert, um ein Fehlererkennungssignal "C" von einem PCM-Decoder 101 zu zählen. Eine Sperrschaltung umfaßt den Zähler 100, die Taktsignalerzeugungsschaltung 102 und eine Beurteilungsschaltung 110. Die Beurteilungsschaltung 110 umfaßt eine Latchschaltung 111, eine Referenzwerterzeugungsschaltung 112 und eine Vergleichsschaltung 113.

[0004] Eine Vergleichseinheit 120 vergleicht einen Zählwert von einem Zähler 121 mit einem Referenzwert von einer Referenzwerterzeugungsschaltung 122, um ein Drei-Werte-Signal zu liefern. Das Ausgangssignal "C" von der Vergleichseinheit 120 wird an eine Gatterschaltung 130 geliefert. Die Gatterschaltung 130 verhindert, daß das Ausgangssignal "C1" von der Vergleichseinheit 120 an eine Steuerschaltung 131 geliefert wird, wenn sie von der Vergleichseinheit 113 ein derartiges Hochpegelsignal, das anzeigt, daß der Zählwert des Zählers 100 mehr als der Referenzwert ist.

[0005] Insbesondere, wenn der Ausgangswert (Zählwert) der Latchschaltung 111 als Vergleichsergebnis der Vergleichseinheit 113 mehr als der Referenzwert ist, ist die Ausgabe der Vergleichseinheit 113 auf einem H-Pegel, die Gatterschaltung 130 wird geschlossen, um zu verhindern, daß die Vergleichsausgabe "C1" der Vergleichseinheit 120 an die Steuerschaltung 131 geliefert wird, wodurch der automatische Frequenzkontrollbetrieb verhindert wird.

[0006] Die weiter oben erwähnte herkömmliche automatische Frequenzkontrollschaltung wird gebildet, indem die Gatterschaltung 130 verhindert, daß das Ausgangssignal der Vergleichsschaltung 120 an die Steuerschaltung 131 geliefert wird, wenn sie von der Vergleichseinheit 120 das Hochpegelsignal empfängt, das anzeigt, daß der Zählwert des Zählers 100 mehr als der Referenzwert ist. Wenn daher während der Bewegung des Systems eine Dopplerverschie-

bung, Mehrwegeschwund oder ähnliches auftritt, die das Empfangssignal beeinflussen, kann in der herkömmlichen automatischen Frequenzkontrollschaltung eine derartige Fehlfunktion auftreten, daß die Vergleichseinheit 120 ein Signal mit hohem Pegel ausgibt und die Gatterschaltung 130 den automatischen Frequenzkontrollbetrieb verhindert.

[0007] In US-A-4 599 732 wird ein Signalverarbeitungssystem offenbart, über das der Empfänger sich zu jeder Zeit auf die gesendeten Datensignale synchronisieren oder sich selbst resynchronisieren kann, welche über einen dynamischen Zerstreuungskanal empfangen werden.

[0008] Die erste Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, eine automatische Frequenzkontrollschaltung ohne die durch Dopplerverschiebung, Mehrwegeschwund oder ähnliches verursachte Fehlfunktion zur Verfügung zu stellen, selbst wenn diese während der Bewegung eines mobilen Kommunikationssystems auftreten können.

[0009] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der Patentansprüche gelöst.

[0010] Andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der hier weiter unten gegebenen detaillierten Beschreibung deutlich.

[0011] Die vorliegende Erfindung wird aus der hier weiter unten gegebenen detaillierten Beschreibung und aus den beigefügten Zeichnungen der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besser verstanden, wobei diese jedoch nicht als einschränkend für die Erfindung verstanden werden sollten, sondern lediglich der Erklärung und dem Verständnis dienen.

[0012] In den Zeichnungen ist:

[0013] **Fig. 1** ein Blockschaltbild, das einen Aufbau einer automatischen Frequenzkontrollschaltung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0014] **Fig. 2** ein Flußdiagramm, das einen Betrieb der Ausführungsform zeigt;

[0015] **Fig. 3** ein Blockschaltbild, das einen Aufbau einer herkömmlichen automatischen Frequenzkontrollschaltung zeigt.

[0016] Wie in **Fig. 1** gezeigt, weist die automatische Frequenzkontrollschaltung der Ausführungsform auf: eine Quadraturdemodulationseinheit 10 zum Empfangen eines GSMK-Signals "S1" (GMSK = Umtastung mit Gaußschem Minimum), um dasselbe zu quadraturdemodulieren, eine Qualitätsbeurteilungsschaltung 30 zum Beurteilen der Qualität des

GMSK-Signals "S1", einen Wandler 20 zum Ausführen einer Digital-Analog- oder Analog-Digital-Umwandlung eines Signals zwischen der Quadraturdemodulationseinheit 10 und der Qualitätsbeurteilungseinheit 30, eine Kristalloszillationsschaltung (TCXO) 41 mit Temperaturabgleich zum Abgleichen der Frequenz des GMSK-Signals "S1" auf der Basis eines Beurteilungsergebnisses durch die Qualitätsbeurteilungseinheit 30 und eine spannungsgesteuerte Oszillationsschaltung (VCO) 42. Es wird hier bemerkt, daß **Fig. 1** nur wesentliche Teile des Aufbaus in der Ausführungsform zeigt, während die Beschreibung des restlichen Aufbaus weggelassen wird.

**[0017]** Die Quadraturdemodulationseinheit 10 umfaßt einen Mischer 11 zum Empfangen des GMSK-Signals "S1", das in ein erstes Zwischenfrequenzsignal umgewandelt wurde, und Umwandeln von diesem in ein zweites Zwischenfrequenzsignal, einen Frequenzteiler 12, einen Frequenzteiler 13 zum Quadraturmodulieren des zweiten Zwischenfrequenzsignals, um ein gleichphasiges Signal "I" und ein Quadraturphasensignal "Q" zu erzeugen, Verstärker 14, 15 und 17, Mischer 16 und 18 und einen Phasenschieber 19.

**[0018]** Das GMSK-Signal "S1", das von einem mobilen Nachrichtenempfänger empfangen und in das erste Zwischenfrequenzsignal umgewandelt wird, wird an den Mischer 11 geliefert. Der Mischer 11 mischt ein von dem Frequenzteiler 12 frequenzgeteiltes Signal mit dem GMSK-Signal "S1", um ein zweites Zwischenfrequenzsignal "S2" zu erzeugen.

**[0019]** Von der spannungsgesteuerten Oszillationsschaltung 42 wird ein Signal an den Frequenzteiler 12 geliefert. Der Frequenzteiler teilt die Frequenz des Signals durch  $n1$ . Das erhaltene frequenzgeteilte Signal wird an den Mischer 11 übertragen. Es wird hier bemerkt, daß  $n1$  eine beliebige ganze Zahl ist.

**[0020]** Ferner wird von der spannungsgesteuerten Oszillationsschaltung 42 ein Signal an den Frequenzteiler 13 geliefert. Der Frequenzteiler 13 teilt die Frequenz des Signals durch  $n2$ . Das erhaltene frequenzgeteilte Signal wird an den Phasenschieber 19 übertragen. Es wird hier bemerkt, daß  $n2$  eine beliebige von  $n1$  verschiedene ganze Zahl ist.

**[0021]** An nachfolgenden Ordnungspositionen des Mixers 11 sind vorgesehen: der Mischer 16, der an seiner Eingangsseite den Verstärker 14 und an seiner Ausgangsseite den Verstärker 15 enthält, der Mischer 18, der an seiner Eingangsseite den Verstärker 14 und an seiner Ausgangsseite den Verstärker 17 enthält, und der Phasenschieber 19 zum Umwandeln der Phase des an die Mischer 16 und 18 gelieferten zweiten Zwischenfrequenzsignals "S2".

**[0022]** Das zweite Zwischenfrequenzsignal "S2"

wird von dem Mischer 11 über den Verstärker 14 an den Mischer 16 geliefert. Der Mischer 16 erzeugt das gleichphasige Signal "I" mit der gleichen Phase wie das zweite Zwischenfrequenzsignal "S2" und sendet es über den Verstärker 15.

**[0023]** Das zweite Zwischenfrequenzsignal "S2" wird von dem Mischer 11 über den Verstärker 14 auch an den Mischer 18 geliefert. Der Mischer 18 erzeugt ein Quadraturphasensignal "Q", dessen Phase um einen Winkel von  $90^\circ$  gegenüber dem von dem Mischer 16 gelieferten gleichphasigen Signal "I" verschoben ist. Der Mischer 18 liefert das Quadraturphasensignal "Q" über den Verstärker 17.

**[0024]** Der Phasenschieber 19 verschiebt die Phase des an den Mischer 18 gelieferten zweiten Zwischenfrequenzsignals "S2" in einem Winkel von  $90^\circ$  relativ zu der Phase des an den Mischer 16 gelieferten zweiten Zwischenfrequenzsignals "S2", wodurch das gleichphasige Signal "I" und das Quadraturphasensignal "Q" erzeugt werden.

**[0025]** Die Quadraturdemodulationseinheit 10 sendet das gleichphasige Signal "I" und das Quadraturphasensignal "Q", die auf diese Weise erzeugt wurden, ebenso wie ein von dem Verstärker 14 geliefertes elektrisches Feldstärkesignal "RSSI" an den Wandler 20.

**[0026]** Der Wandler 20 umfaßt eine A/D-Wandlungsschaltung 21, eine D/A-Wandlungsschaltung 22 und eine Phasenregelschaltung 23 (PLL, Phase Lock Loop).

**[0027]** Die A/D-Wandlungsschaltung 21 wandelt das gleichphasige Signal "I", das Quadraturphasensignal "Q" und das elektrische Feldstärkesignal "RSSI", die von der Quadraturdemodulationseinheit 10 gesendet werden, in digitale Signale um, um sie an die Qualitätsbeurteilungsschaltung 30 zu senden.

**[0028]** Die D/A-Wandlungsschaltung 22 wandelt ein von der Qualitätsbeurteilungseinheit 30 gesendetes automatisches Frequenzkontrolldatensignal "S3" (auf das hier im weiteren als AFC-Datensignal Bezug genommen wird) in ein analoges Signal um, wobei die Daten weiter unten beschrieben werden. Die D/A-Wandlungsschaltung 22 sendet das AFC-Datensignal an die Kristalloszillationsschaltung 41 mit Temperaturabgleich.

**[0029]** Die Phasenregelschaltung 23 steuert die spannungsgesteuerte Oszillationsschaltung 42 auf der Basis eines Abgleichsignals "S4" von der Kristalloszillationsschaltung 41 mit Temperaturabgleich.

**[0030]** Die Qualitätsbeurteilungsschaltung 30 umfaßt eine wechselseitige Korrelationsfaktor-Berechnungsschaltung 31 zum Berechnen der wechselseiti-

gen Korrelation der Eingangssignale, eine Signalqualität-Berechnungsschaltung 32 und eine Signalqualität-Beurteilungsschaltung 33 zum Beurteilen der Qualität des Eingangssignals auf der Basis der berechneten wechselseitigen Korrelation des Eingangssignals und eine Erzeugungsschaltung 34 für die automatischen Frequenzkontrolldaten zum Erzeugen von automatischen Frequenzkontrolldaten entsprechend der Qualität des Eingangssignals.

**[0031]** Das gleichphasige Signal "I" und das Quadraturphasensignal "Q", die in digitale Signale umgewandelt wurden, werden an die wechselseitige Korrelationsfaktor-Berechnungsschaltung 31 geliefert. Die Schaltung 31 berechnet den wechselseitigen Korrelationsfaktor des Eingangssignals, um einen Interferenzbetrag zwischen Codes zu berechnen. Konkret wird der Codeinterferenzbetrag auf die folgende Weise berechnet. Zuerst werden in dem GSM (globales System für mobile Kommunikation) mittlere zusammenhängende 16 Bits in 26 Bits einer Trainingssequenz in einem Burst des gleichphasigen Signals "I" verschoben, um dadurch elf wechselseitige Korrelationsfaktoren zu erhalten. Beliebige fünf wechselseitige Korrelationsfaktoren werden aus den erhaltenen elf wechselseitigen Korrelationsfaktoren ausgewählt und ihre Absolutbeträge werden addiert. Abgesehen von den fünf wechselseitigen Korrelationsfaktoren mit den Absolutwerten, deren Summe maximal ist, wird eine Summe der Absolutwerte der anderen sechs wechselseitigen Korrelationsfaktoren von einer Summe der Absolutwerte aller elf wechselseitiger Korrelationsfaktoren subtrahiert. Der erhaltene Wert wird als das Codeinterferenzbetragssignal "S5" an die Signalqualität-Berechnungsschaltung 32 geliefert.

**[0032]** Im wesentlichen sind die 16 Bits, die den sechs wechselseitigen Korrelationsfaktoren mit den Absolutwerten, deren Summe maximal ist, entsprechen, in der Mitte der 26 Bits der Trainingssequenz-codes angeordnet, es sei denn, die Qualität des Eingangssignals verschlechtert sich. Wenn die Qualität des Eingangssignals sich verschlechtert, werden die obigen 16 Bits verschoben. Daher kann durch den obigen Arbeitsschritt erkannt werden, ob sich die Qualität des Eingangssignals verschlechtert hat oder nicht.

**[0033]** Die Signalqualität-Berechnungsschaltung 32 bestimmt die Qualität des Eingangssignals auf der Basis des Interferenzbetrages zwischen den Codes, den das von der wechselseitigen Korrelationsfaktor-Berechnungsschaltung 31 gelieferte Codeinterferenzbetragssignal "S5" aufweist, ebenso wie des elektrischen Feldstärkesignals "RSSI". Um konkret zu sein, wird die Qualität des Eingangssignals wie folgt bestimmt. Das heißt, die Signalqualität-Berechnungsschaltung 32 hat eine Tabelle, die eine Kombination des Codeinterferenzbetrags und des elektri-

schen Feldstärkesignals "RSSI" mit einem Wert verknüpft, der dazu vorbestimmt ist, die Qualität des Eingangssignals mit dem Codeinterferenzbetrag und dem elektrischen Feldstärkesignal "RSSI" als Parameter darzustellen. Der Interferenzbetrag zwischen den Codes des Eingangssignals, den das von der wechselseitigen Korrelationsfaktor-Berechnungsschaltung 31 berechnete Codeinterferenzbetragssignal "S5" aufweist, und des elektrischen Feldstärkesignals "RSSI" des Eingangssignals, das von der A/D-Wandlungsschaltung 21 des Wandlers 20 geliefert wird, werden kombiniert und mit der Tabelle überprüft, und der entsprechende numerische Wert wird als ein Qualitätssignal "S6", das die Qualität des Eingangssignals darstellt, an die Signalqualität-Beurteilungsschaltung 33 geliefert.

**[0034]** Die Signalqualität-Beurteilungsschaltung 33 bewertet die Qualität des Eingangssignals auf der Basis des Qualitätssignals "S6" von der Signalqualität-Berechnungsschaltung 32 und steuert die Erzeugungsschaltung 34 für die automatischen Frequenzkontrolldaten. Insbesondere werden mehrere Ordnungspositionen zum Beurteilen der Qualität des Eingangssignals vorgesehen, und es wird beurteilt, in welcher Ordnungsposition die Qualität des Eingangssignals "S6" des Eingangssignals ist. Ein Steuersignal "S7" zum Steuern der Erzeugungsschaltung 34 für die automatischen Frequenzkontrolldaten wird geliefert, um entsprechend der Qualitätsordnungsposition des Qualitätssignals "S6" einen vorbestimmten Abgleich für die automatischen Frequenzkontrolldaten durchzuführen.

**[0035]** Die Erzeugungsschaltung 34 für die automatischen Frequenzkontrolldaten gleicht die automatischen Frequenzkontrolldaten auf der Basis des Steuersignals "S7" von der Signalqualität-Beurteilungsschaltung 33 ab, um das AFC-Datensignal "S3" zu erzeugen und zu liefern. Das ausgegebene AFC-Datensignal "S3" wird nicht nur von dem mobilen Kommunikationssystem-Hauptteil verwendet, sondern wird auch an die D/A-Wandlungsschaltung 22 des Wandlers 20 übertragen. Die automatischen Frequenzkontrolldaten werden abgeglichen, indem die automatischen Frequenzkontrolldaten mit einem Abgleichfaktor multipliziert werden, der vorher entsprechend jeder Qualitätsstufe des Eingangssignals festgelegt wurde.

**[0036]** Es wird eine detailliertere Beschreibung der Beurteilung der Eingangssignalqualität durch die Signalqualität-Beurteilungsschaltung 33 und des Abgleichs der automatischen Frequenzkontrolldaten, die von der Erzeugungsschaltung 34 für die automatischen Frequenzkontrolldaten auf der Basis dieser Qualitätsbeurteilung durchgeführt wird, gegeben.

**[0037]** Insbesondere legt die Signalqualität-Beurteilungsschaltung 33 die Qualität des Eingangssignals

auf einen von elf Ordnungspositionen zwischen "10", das die höchste Qualität zeigt, und "0", das die niedrigste Qualität zeigt, fest. Die Erzeugungsschaltung 34 für die automatischen Frequenzkontrolldaten betrachtet die Ordnungspositionen "3" und darunter als minderwertige Qualität und gleicht das Eingangssignal auf die gleiche Weise ab, wenn eine der Ordnungspositionen "3" und darunter für die Qualität des Eingangssignals festgelegt wird. Wenn die Signalqualität-Beurteilungsschaltung 33 in diesem Fall entscheidet, daß die Qualität des von der Signalqualität-Berechnungsschaltung 32 gelieferten Qualitätssignals "S6" der Ordnungsposition "10" entspricht, wird die Signalqualität bei 100 gehalten. Die Erzeugungsschaltung 34 für die automatischen Frequenzkontrolldaten multipliziert die automatischen Frequenzkontrolldaten entsprechend der Qualität mit einem Abgleichfaktor. Dann liefert die Erzeugungsschaltung 34 für die automatischen Frequenzkontrolldaten das auf diese Weise erhaltene AFC-Datensignal "S3".

**[0038]** In dem Fall, in dem die Signalqualität-Beurteilungsschaltung 33 beurteilt, daß das von der Signalqualität-Berechnungsschaltung 32 gesendete Qualitätssignal "S6" einer Ordnungsposition "7" entspricht, wird die Signalqualität bei 70% gehalten. Die Erzeugungsschaltung 34 für die automatischen Frequenzkontrolldaten multipliziert die automatischen Frequenzkontrolldaten mit einem Abgleichfaktor, der entsprechend der Qualität vorbestimmt ist. Dann liefert die Erzeugungsschaltung 34 für die automatischen Frequenzkontrolldaten das auf diese Weise erhaltene AFC-Datensignal "S3".

**[0039]** Wenn die Signalqualität-Beurteilungsschaltung 33 ferner beurteilt, daß das von der Signalqualität-Berechnungsschaltung 32 gesendete Qualitätssignal "S6" der Ordnungsposition "3" entspricht, wird die Signalqualität bei 30% gehalten. Da die Erzeugungsschaltung 34 für die automatischen Frequenzkontrolldaten die Ordnungsposition "3" und darunter als die gleiche minderwertige Qualität behandelt, multipliziert die Erzeugungsschaltung 34 für die automatischen Frequenzkontrolldaten die automatischen Frequenzkontrolldaten mit einem Abgleichfaktor, der entsprechend der Qualität in der Ordnungsposition "0" vorbestimmt ist. Dann liefert die Erzeugungsschaltung 34 für die automatischen Frequenzkontrolldaten das auf diese Weise erhaltene AFC-Datensignal "S3".

**[0040]** Wie viele Ordnungspositionen vorgesehen werden, um die Qualität des Eingangssignals zu bewerten, und wie ein jeder Qualitätsordnungsposition entsprechender Abgleichfaktor vorbestimmt wird, kann im Übrigen entsprechend dem Aufbau oder dem Verwendungszweck des mobilen Kommunikationssystems, der Frequenz eines von dem Kommunikationssystem behandelten Eingangssignals oder ähnlichem geeignet entschieden werden.

**[0041]** Das von der D/A-Wandlungsschaltung 22 des Wandlers 20 in das analoge Signal umgewandelte AFC-Datensignal "S3" wird an die Kristalloszillationsschaltung 41 mit Temperaturabgleich gesendet. Die Schaltung 41 sendet das Abgleichsignal "S4" auf der Basis des AFC-Datensignals "S3". Das Abgleichsignal "S4" wird an die Phasenregelschaltung 23 des Wandlers 20 geliefert, um die spannungsgesteuerte Oszillationsschaltung 42 zu steuern. Das Signal "S4" wird auch an die Qualitätsbeurteilungseinheit 30 geliefert, um als ein Arbeitstakt für die jeweiligen Schaltungen 31 bis 34 verwendet zu werden.

**[0042]** Eine Steuerspannung der spannungsgesteuerten Oszillationsschaltung 42 wird von der Phasenregelschaltung 23 gesteuert, um dadurch die Oszillationsfrequenz zu verändern. Dann wird, wie weiter oben beschrieben, das Ausgangssignal der spannungsgesteuerten Oszillationsschaltung 42 an die Frequenzteiler 12 und 13 geliefert, so daß Informationen über die automatischen Frequenzkontrolldaten zurück an das GMSK-Signal "S1" geführt werden.

**[0043]** Bezug nehmend auf ein Flußdiagramm von Fig. 2 wird ein Betrieb der Ausführungsform weiter unten beschrieben.

**[0044]** Wenn das empfangene GMSK-Signal "S1" an den Mischer 11 der Quadraturdemodulationseinheit 10 geliefert wird (Schritt 201), wird das Frequenzteilungssignal von dem Frequenzteiler 12 mit dem GMSK-Signal "S1" gemischt, so daß das zweite Zwischenfrequenzsignal "S2" erzeugt wird (Schritt 202). Nachdem es durch den Verstärker 14 verstärkt wurde, wird das zweite Zwischenfrequenzsignal "S2" an die Mischer 16 und 18 geliefert. Nachdem die Phase des zweiten Zwischenfrequenzsignals "S2" von dem Phasenschieber 19 verschoben wurde, wird es von den Verstärkern 15 und 17 verstärkt, um als das gleichphasige Signal "I" und das Quadraturphasensignal "Q" an den Wandler 20 geliefert zu werden (Schritt 203). Das zweite Zwischenfrequenzsignal "S2" wird von dem Verstärker 14 geteilt und als das elektrische Feldstärkesignal "RSSI" an den Wandler 20 geliefert.

**[0045]** Das gleichphasige Signal "I", das Quadraturphasensignal "Q" und das elektrische Feldstärkesignal "RSSI", die an den Wandler 20 geliefert werden, werden von der A/D-Wandlungsschaltung 21 in die digitalen Signale umgewandelt, um an die Qualitätsbeurteilungseinheit 30 geliefert zu werden (Schritt 204).

**[0046]** Wenn das gleichphasige Signal "I" und das Quadraturphasensignal "Q" an die wechselseitige Korrelationsfaktor-Berechnungsschaltung 31 der Qualitätsbeurteilungseinheit 31 geliefert werden, wird der Interferenzbetrag zwischen den Codes auf der Basis des gleichphasigen Signals "I" und des Qua-

draturphasensignals "Q" berechnet. Das Codeinterferenzbetragssignal "S5", welches das Ergebnis der Berechnung darstellt, wird an die Signalqualität-Berechnungsschaltung 32 geliefert (Schritt 205). Daraufhin wird in der Signalqualität-Berechnungsschaltung 32 auf der Basis des Interferenzbetrags zwischen den Codes, den das Codeinterferenzbetragssignal "S5" zeigt, und des elektrischen Feldstärkesignals "RSSI", das Qualitätssignal "S6" erzeugt, das die Qualität des Eingangssignals mit einem numerischen Wert darstellt, wobei das Qualitätssignal "S6" an die Signalqualität-Beurteilungsschaltung 33 geliefert wird (Schritt 206). Danach wird die Qualität des Eingangssignals auf der Basis des Qualitätssignals "S6" geordnet, das an die Signalqualität-Beurteilungsschaltung 33 geliefert wird. In diesem Zusammenhang wird das Steuersignal "S7" geliefert, so daß die Erzeugungsschaltung 34 für die automatischen Frequenzkontrolldaten den Abgleich durchführt, welcher der Ordnungsposition des Signals entspricht (Schritt 207). Wenn das Steuersignal "S7" an die Erzeugungsschaltung 34 für die automatischen Frequenzkontrolldaten geliefert wird, werden die automatischen Frequenzkontrolldaten ansprechend auf das Steuersignal "S7" abgeglichen, um das AFC-Datensignal zu liefern (Schritt 208).

**[0047]** Das von der Erzeugungsschaltung 34 für die automatischen Frequenzkontrolldaten erzeugte AFC-Datensignal "S3" wird von dem mobilen Kommunikationssystem-Hauptteil genutzt und, nachdem es von der D/A-Wandlungsschaltung 22 in das analoge Signal umgewandelt wurde, auch an die Kristalloszillationsschaltung 41 mit Temperaturabgleich geliefert (Schritt 209).

**[0048]** Folglich wird in der Kristalloszillationsschaltung 41 mit Temperaturabgleich das Abgleichssignal "S4", das dem AFC-Datensignal "S3" entspricht, erzeugt und an die Phasenregelschaltung 23 geliefert (Schritt 210). Die spannungsgesteuerte Oszillationsschaltung 42 wird auf der Basis des Abgleichssignals "S4" von der Phasenregelschaltung 23 gesteuert, wodurch die automatische Frequenzkontrolle durchgeführt wird (Schritt 211).

**[0049]** Da die Frequenz, wie weiter oben beschrieben, gemäß der automatischen Frequenzkontrollschaltung der vorliegenden Erfindung automatisch auf der Basis des Beurteilungsergebnisses für die Signalqualität von der Qualitätsbeurteilungsschaltung 30 kontrolliert wird, kann die Frequenz des Eingangssignals, selbst wenn während der Bewegung des mobilen Kommunikationssystems eine Dopplerverschiebung oder Mehrwegeschwund auftritt, entsprechend der Verschlechterung der Signalqualität abgeglichen werden. Auf diese Weise ist es möglich, eine Fehlfunktion des mobilen Kommunikationssystems, wie etwa die Unterbrechung des Systembetriebs, zu verhindern.

## Patentansprüche

1. Automatische Frequenzkontrollschaltung, die in einem mobilen Kommunikationssystem installiert ist und die aufweist:

eine Quadraturdemodulationseinrichtung (10) zum Erzeugen eines gleichphasigen Signals und eines Quadraturphasensignals durch Quadraturdemodulieren eines gelieferten Umtastsignals mit Gaußschem Minimum und Liefern eines elektrischen Feldstärkesignals, das eine elektrische Feldstärke des Umtastsignals mit Gaußschem Minimum zeigt, ebenso wie der erzeugten gleichphasigen und gegenphasigen Signale,

eine Qualitätsbeurteilungseinrichtung (30) zum Beurteilen der Qualität des Umtastsignals mit Gaußschem Minimum auf der Basis des gleichphasigen Signals, des Quadraturphasensignals und des elektrischen Feldstärkesignals und zum Erzeugen von automatischen Frequenzkontrolldaten, die einen Abgleichbetrag gemäß dem erhaltenen Qualitätssignal anzeigen, um dasselbe zu liefern, wobei die Qualitätsbeurteilungseinrichtung (30) aufweist:

eine wechselseitige Korrelationsfaktor-Berechnungsschaltung (31) zum Berechnen des wechselseitigen Korrelationsfaktors des Eingangssignals auf der Basis der gleichphasigen und Quadraturphasensignale, um einen Interferenzbetrag zwischen Codes zu berechnen,

eine Signalqualität-Berechnungsschaltung (32) zum Berechnen der Qualität des Signals durch die Kombination des Interferenzbetrags der Codes und des elektrischen Feldstärkesignals mit den beiden als Parameter,

eine Signalqualität-Beurteilungsschaltung (33) zum Ordnen der Signalqualität und Liefern eines Steuersignals, das eine Ordnungsposition des entsprechenden Qualitätssignals zeigt, und

eine automatische Frequenzkontrolldaten-Erzeugungsschaltung (34) zum Erzeugen von automatischen Frequenzkontrolldaten auf der Basis des Steuersignals,

eine Umwandlungseinrichtung (20) zum Umwandeln des gleichphasigen Signals, des Quadraturphasensignals und des elektrischen Feldstärkesignals, die von der Quadraturdemodulationseinrichtung (10) geliefert werden, in digitale Signale, um sie an die Qualitätsbeurteilungseinrichtung (30) zu übertragen, und zum Umwandeln der von der Qualitätsbeurteilungseinrichtung (30) gelieferten automatischen Frequenzkontrolldaten in ein analoges Signal, und

eine Abgleicheinrichtung zum Abgleichen der Frequenz des Umtastsignals mit Gaußschem Minimum auf der Basis des Abgleichbetrags, der durch die automatischen Frequenzkontrolldaten angezeigt wird, welche von der Umwandlungseinrichtung (20) in ein analoges Signal umgewandelt werden, und die ferner die in der Quadraturdemodulation verwendete Frequenz abgleicht.

2. Automatische Frequenzkontrollschaltung nach Anspruch 1, wobei:

die Quadraturdemodulationseinrichtung (10) aufweist:

eine Einrichtung (11) zum Mischen des Umtastsignals mit Gaußschem Minimum, das in ein erstes Zwischenfrequenzsignal umgewandelt wurde, und eines Oszillationssignals, das von der Abgleicheinrichtung geliefert wird, auf der Basis der automatischen Frequenzkontrolldaten, um sie in ein zweites Zwischenfrequenzsignal umzuwandeln, und eine Einrichtung (16, 18, 19) zum Quadraturdemodulieren des zweiten Zwischenfrequenzsignals, um das gleichphasige und das Quadraturphasensignal zu erzeugen.

3. Automatische Frequenzkontrollschaltung nach Anspruch 1, wobei

die wechselseitige Korrelationsfaktor-Berechnungsschaltung (31)

durch Verschieben über mittlere zusammenhängende 16 Bits von 26 Bits von Trainingssequenzcodes in einem Burst des gleichphasigen Signals elf wechselseitige Korrelationsfaktoren erhält, beliebige fünf wechselseitige Korrelationsfaktoren aus den erhaltenen elf wechselseitigen Korrelationsfaktoren auswählt, um deren Absolutbeträge zu addieren, und

eine Summe der Absolutbeträge der anderen sechs wechselseitigen Korrelationsfaktoren von einer Summe der Absolutbeträge aller elf wechselseitigen Korrelationsfaktoren, abgesehen von den fünf wechselseitigen Korrelationsfaktoren mit den Absolutbeträgen, deren Summe maximal ist, subtrahiert, um den erhaltenen Wert dabei als ein Codeinterferenzbetragssignal zu senden.

4. Automatische Frequenzkontrollschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei

die Signalqualität-Berechnungsschaltung (32), die eine Tabelle hat, welche eine Kombination des Codeinterferenzbetrags und des elektrischen Feldstärkesignals mit einem numerischen Wert verknüpft, der vorbestimmt ist, die Qualität des Eingangssignals mit den beiden als Parameter darzustellen, diesen von der wechselseitigen Korrelationsfaktor-Berechnungsschaltung berechneten Codeinterferenzbetrag und das von der Umwandlungseinrichtung gelieferte elektrische Feldstärkesignal kombiniert und sie mit der Tabelle überprüft, um dadurch den entsprechenden numerischen Wert als ein Qualitätssignal, das die Qualität des entsprechenden Eingangssignals darstellt, zu senden.

5. Automatische Frequenzkontrollschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Signalqualitäts-Beurteilungsschaltung (33) die von der Signalqualität-Berechnungsschaltung (32) berechnete Qualität der Eingangssignale ordnet und ein Steuerungssignal zum Steuern der Erzeugungsschaltung (34)

für die automatischen Frequenzkontrolldaten sendet, um den vorbestimmten Abgleich für die automatischen Frequenzkontrolldaten entsprechend der Qualitätsrangfolge des entsprechenden Signals durchzuführen.

6. Automatische Frequenzkontrollschaltung nach Anspruch 1, wobei

die wechselseitige Korrelationsfaktor-Berechnungsschaltung (31)

durch Verschieben über mittlere zusammenhängende 16 Bits von 26 Bits von Trainingssequenzcodes in einem Burst des gleichphasigen Signals elf wechselseitige Korrelationsfaktoren erhält,

beliebige fünf wechselseitige Korrelationsfaktoren aus den erhaltenen elf wechselseitigen Korrelationsfaktoren auswählt, um deren Absolutbeträge zu addieren, und

eine Summe der Absolutbeträge der anderen sechs wechselseitigen Korrelationsfaktoren von einer Summe der Absolutbeträge aller elf wechselseitigen Korrelationsfaktoren, abgesehen von den fünf wechselseitigen Korrelationsfaktoren mit den Absolutbeträgen, deren Summe maximal ist, subtrahiert, um den erhaltenen Wert dabei als ein Codeinterferenzbetragssignal zu senden; und

die Signalqualität-Berechnungsschaltung (32), die eine Tabelle hat, welche eine Kombination des Codeinterferenzbetrags und des elektrischen Feldstärkesignals mit einem numerischen Wert verknüpft, der vorbestimmt ist, die Qualität des Eingangssignals mit den beiden als Parameter darzustellen, den Interferenzbetrag zwischen den Codes, den das von der wechselseitigen Korrelationsfaktor-Berechnungsschaltung (31) gelieferte Codeinterferenzbetragssignal zeigt, und das von der Umwandlungseinrichtung gelieferte elektrische Feldstärkesignal kombiniert und sie mit der Tabelle überprüft, um dadurch den entsprechenden numerischen Wert als ein Qualitätssignal, das die Qualität des entsprechenden Eingangssignals darstellt, zu senden.

7. Automatische Frequenzkontrollschaltung nach Anspruch 1, wobei

die Signalqualität-Berechnungsschaltung (32), die eine Tabelle hat, welche eine Kombination des Codeinterferenzbetrags und des elektrischen Feldstärkesignals mit einem numerischen Wert verknüpft, der vorbestimmt ist, die Qualität des Eingangssignals mit den beiden als Parameter darzustellen, diesen von der wechselseitigen Korrelationsfaktor-Berechnungsschaltung (31) berechneten Codeinterferenzbetrag und das über die Umwandlungseinrichtung gelieferte elektrische Feldstärkesignal kombiniert und sie mit der Tabelle überprüft, um dadurch den entsprechenden numerischen Wert als ein Qualitätssignal, das die Qualität des entsprechenden Eingangssignals darstellt, zu senden; und die Signalqualitäts-Beurteilungsschaltung (33) die Qualität des Eingangssignals, die das von der Signal-

qualität-Berechnungsschaltung (32) gelieferte Qualitätssignal zeigt, ordnet und ein Steuersignal zum Steuern der Erzeugungsschaltung (34) für die automatischen Frequenzkontrolldaten sendet, um den vorbestimmten Abgleich für die automatischen Frequenzkontrolldaten entsprechend der Qualitätsrangfolge des entsprechenden Signals durchzuführen.

8. Automatische Frequenzkontrollschaltung nach Anspruch 1, wobei  
 die wechselseitige Korrelationsfaktor-Berechnungsschaltung (31)  
 durch Verschieben über mittlere zusammenhängende 16 Bits von 26 Bits von Trainingssequenzcodes in einem Burst des gleichphasigen Signals elf wechselseitige Korrelationsfaktoren erhält,  
 beliebige fünf wechselseitige Korrelationsfaktoren aus den erhaltenen elf wechselseitigen Korrelationsfaktoren auswählt, um deren Absolutbeträge zu addieren, und  
 eine Summe der Absolutbeträge der anderen sechs wechselseitigen Korrelationsfaktoren von einer Summe der Absolutbeträge aller elf wechselseitigen Korrelationsfaktoren, abgesehen von den fünf wechselseitigen Korrelationsfaktoren mit den Absolutbeträgen, deren Summe maximal ist, subtrahiert, um den erhaltenen Wert dabei als ein Codeinterferenzbetragssignal zu senden;  
 die Signalqualität-Berechnungsschaltung (32), die eine Tabelle hat, welche eine Kombination des Codeinterferenzbetrags und des elektrischen Feldstärkesignals mit einem numerischen Wert verknüpft, der vorbestimmt ist, die Qualität des Eingangssignals mit den beiden als Parameter darzustellen, den Interferenzbetrag zwischen den Codes, den das von der wechselseitigen Korrelationsfaktor-Berechnungsschaltung (31) gelieferte Codeinterferenzbetragssignal zeigt, und das über die Umwandlungseinrichtung gelieferte elektrische Feldstärkesignal kombiniert und sie mit der Tabelle überprüft, um dadurch den entsprechenden numerischen Wert als ein Qualitätssignal, das die Qualität des entsprechenden Eingangssignals darstellt, zu senden; und  
 die Signalqualität-Beurteilungsschaltung (33) die Qualität des Eingangssignals, die das von der Signalqualität-Berechnungsschaltung (32) gelieferte Qualitätssignal zeigt, ordnet und ein Steuersignal zum Steuern der Erzeugungsschaltung für die automatischen Frequenzkontrolldaten sendet, um den vorbestimmten Abgleich für die automatischen Frequenzkontrolldaten entsprechend der Qualitätsrangfolge des entsprechenden Signals durchzuführen.

9. Automatische Frequenzkontrollschaltung nach Anspruch 1, wobei  
 die Abgleicheinrichtung aufweist:  
 eine spannungsgesteuerte Oszillationsschaltung (42) zum Senden eines vorbestimmten Signals, das für die Quadraturdemodulation des Umtastsignals mit Gaußschem Minimum in der Quadraturdemodu-

lationseinrichtung verwendet wird,  
 eine Kristalloszillationsschaltung (41) mit Temperaturabgleich zum Erzeugen und Liefern eines Abgleichsignals auf der Basis der automatischen Frequenzkontrolldaten, und  
 eine Phasenregelschaltung (23) zum Steuern der Oszillationsfrequenz der spannungsgesteuerten Oszillationsschaltung gemäß dem Abgleichsignal, das von der Kristalloszillationsschaltung mit Temperaturabgleich geliefert wird; und  
 die Quadraturdemodulationseinrichtung (10) aufweist:  
 eine Einrichtung (11) zum Mischen des Umtastsignals mit Gaußschem Minimum, das in ein erstes Zwischenfrequenzsignal umgewandelt wurde, und eines Oszillationssignals, das von der spannungsgesteuerten Oszillationsschaltung der Abgleicheinrichtung geliefert wird, um sie in ein zweites Zwischenfrequenzsignal umzuwandeln, und  
 eine Einrichtung (16, 18, 19) zum Quadraturdemodulieren des zweiten Zwischenfrequenzsignals, um das gleichphasige Signal und das Quadraturphasensignal zu erzeugen.

10. Automatische Frequenzkontrollschaltung nach Anspruch 1, wobei  
 die Abgleicheinrichtung aufweist:  
 eine spannungsgesteuerte Oszillationsschaltung (42) zum Senden eines vorbestimmten Signals, das für die Quadraturdemodulation des Umtastsignals mit Gaußschem Minimum in der Quadraturdemodulationseinrichtung verwendet wird,  
 eine Kristalloszillationsschaltung (41) mit Temperaturabgleich zum Erzeugen und Liefern eines Abgleichsignals auf der Basis der automatischen Frequenzkontrolldaten, und  
 eine Phasenregelschaltung (23) zum Steuern der Oszillationsfrequenz der spannungsgesteuerten Oszillationsschaltung gemäß dem Abgleichsignal, das von der Kristalloszillationsschaltung mit Temperaturabgleich geliefert wird; und  
 die Quadraturdemodulationseinrichtung (10) aufweist:  
 einen Mischer (11) zum Mischen des Umtastsignals mit Gaußschem Minimum, das in ein erstes Zwischenfrequenzsignal umgewandelt wurde, und eines Oszillationssignals, das von der spannungsgesteuerten Oszillationsschaltung der Abgleicheinrichtung geliefert wird, um sie in ein zweites Zwischenfrequenzsignal umzuwandeln, und  
 Mischer (16, 18) und Phasenschieber (19) zum Quadraturdemodulieren des zweiten Zwischenfrequenzsignals, um das gleichphasige und das Quadraturphasensignal zu erzeugen.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



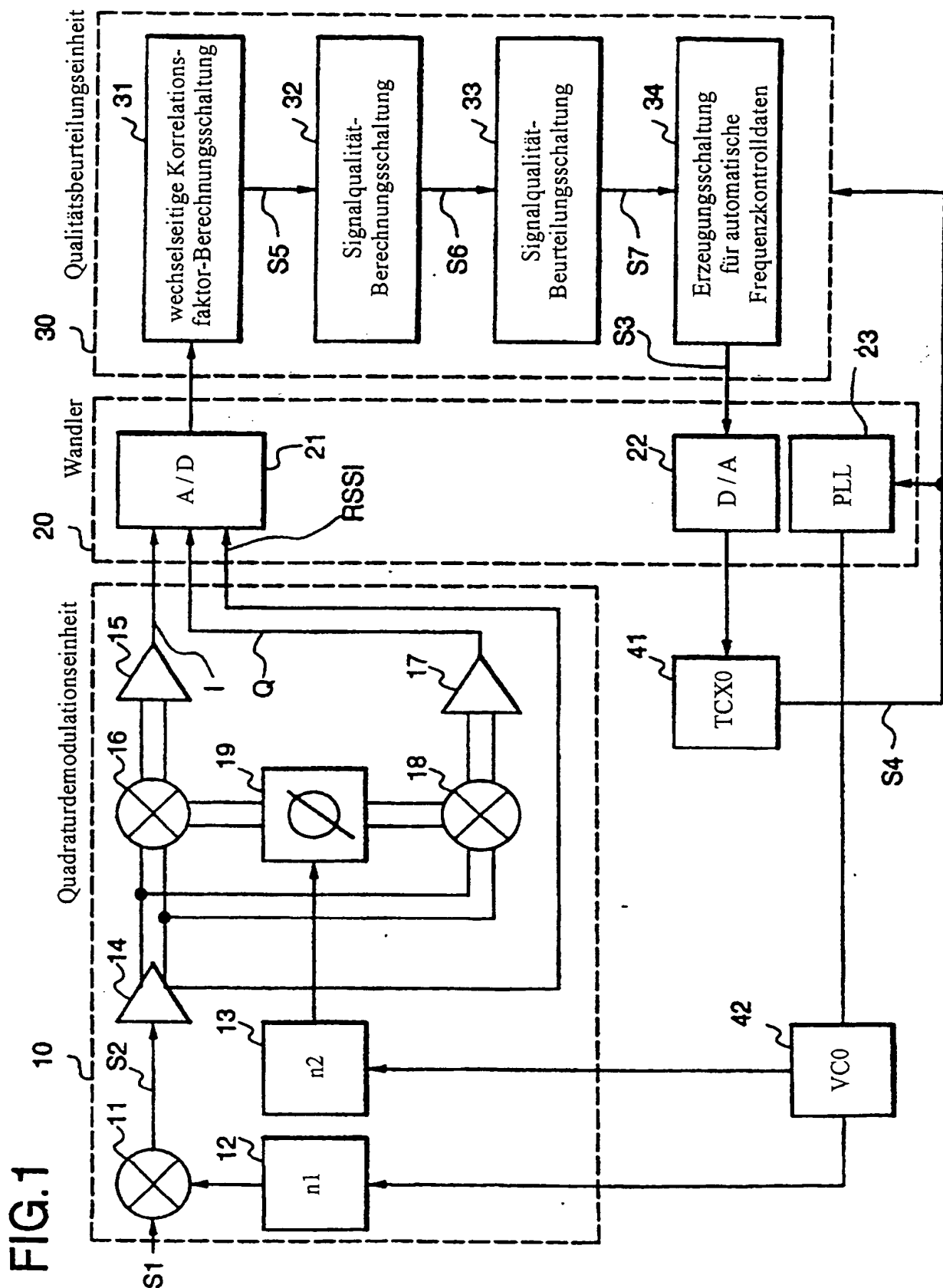


FIG. 2

